

**OPTICAL RECEIVER**

Patent Number: JP5224267  
Publication date: 1993-09-03  
Inventor(s): TOMIOKA TAZUKO  
Applicant(s):: TOSHIBA CORP  
Requested Patent: ☐ JP5224267  
Application Number: JP19920023732 19920210  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G02F2/00  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** To enable polarized wave diversity reception by homodyne reception by separating the polarized wave of signal light into two orthogonal polarized waves and then receiving the respective polarized waves with local emitted light having an independent phase control system.

**CONSTITUTION:** The receiver consists of a polarized wave separating element 7 which separates the sent signal light 1 into the two orthogonal polarized waves, optical hybrids 8a and 8b, photodetectors 9a and 9b, PLL controllers 10a and 10b, and local emitted light generation parts 11a and 11b which are provided for the separated optical systems, and a multiplexing part 12. The photodetectors 9a and 9b performs the homodyne detection of the signal light mixed by the optical hybrids 9a and 9b and outputs the detection signal to the multiplexing part 12 and PLL controllers 10a and 10b. Thus, the two light beams separated by the polarized light separating element 7 are independently processed by homodyne detection and brought under phase control, so the polarized wave diversity reception by the homodyne system is performed to obtain sufficient signal intensity.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

EL23441110245

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-224267

(43) 公開日 平成5年(1993)9月3日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 F 2/00

7246-2K

// G 0 2 B 27/28

Z 9120-2K

審査請求 未請求 請求項の数5(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平4-23732

(22) 出願日 平成4年(1992)2月10日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 富岡 多寿子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外4名)

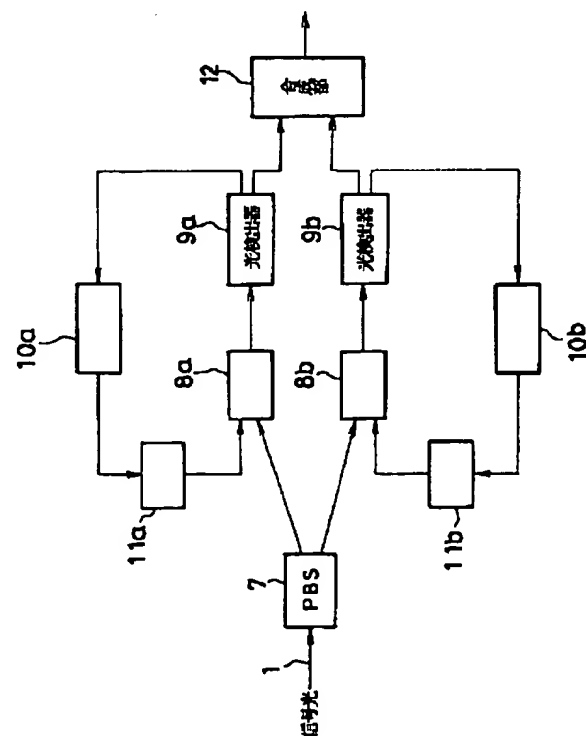
(54) 【発明の名称】 光受信器

(57) 【要約】

【目的】 本発明はホモダイン受信で偏波ダイバーシティを行なうことを目的とする。

【構成】 信号光の偏波を直交する2つの偏波に分離した後、各々の偏波を独立な位相制御系を持つ局発光で受信する。

【効果】 ホモダイン受信で偏波ダイバーシティを行なうことが可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ホモダイン方式にて光信号を受信する光受信器であって、

信号光を偏光の直交する第1の信号光と第2の信号光とに分離する偏光分離手段と、前記第1の信号光と偏波の一致する第1の局発光を出射する手段と、前記第1の信号光と第1の局発光とが混合された信号を受信する第1の光検波手段と、該第1の光検波手段の出力の一部を使用して前記第1の局発光の位相を制御し前記第1の光検波手段のデータ出力を最大とする手段と、前記第2の信号光と偏波の一致する第2の局発光を出射する手段と、前記第2の信号光と第2の局発光とが混合された信号を受信する第2の光検波手段と、該第2の光検波手段の出力の一部を使用して前記第2の局発光の出射光の位相を制御し前記第2の光検波手段のデータを最大とする手段と、前記第1の光検波手段と第2の光検波手段との出力を合成する合成手段と、を有することを特徴とする光受信器。

【請求項2】 前記第1及び第2の局発光を出射する手段は1つのレーザ装置から構成され、前記レーザ装置の出射光を第1の局発光と第2の局発光に2分して、おのおの異なる位相制御ループで制御することを特徴とする請求項1記載の光受信器。

【請求項3】 前記第1及び第2の光検波手段はその受信部がバランス型になっていることを特徴とする請求項1記載の光受信器。

【請求項4】 前記合成手段は前記第1及び第2の光検波手段の出力に対して最大比合成を行っていることを特徴とする請求項1記載の光受信器。

【請求項5】 前記合成手段は前記第1及び第2の光検波手段の出力レベルを検出し、そのいずれか一方が雑音レベルである場合、前記雑音レベルの出力を該合成手段から切り離し、他方の出力のみを入力することを特徴とする請求項1記載の光受信器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、コヒーレント光通信に用いられる光受信器に係り、特に、ホモダインで偏波ダイバーシティを行なう技術に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、コヒーレント光通信では受信側にて、送信された信号光と受信器内で発生する局発光とを混合させ、その干渉波を受信して情報の伝達に供している。この際、信号光と局発光との偏波が一致する必要があり、一致していない場合には干渉が十分に起こらず受信感度が劣化してしまう。

【0003】このため、信号光と局発光との偏波を一致させる方法として従来より、信号光又は局発光の一方の偏波を他方の偏波と一致させるべく制御する偏波能動制御、混合光を互いに直交する2偏波に分離して受信する

偏波ダイバーシティ、及び、時分割で直交する2偏波がスイッチングする形式で信号光を送信する偏波スクランブル等が提案されている。

【0004】このうち、偏波ダイバーシティは、動作が安定かつ高速であるため、比較的によく使用されている。図6はこのような偏波ダイバーシティを用いたコヒーレント光受信器の従来例を示す構成図であり、以下同図を基にその原理を説明する。

【0005】同図において、信号光1と局発光発生部2から出射された局発光は、カップラ3に供給されて混合される。そして、カップラ3の出射波は、偏光分離素子4にて直交する2偏波に分離され、各偏波はそれぞれ個別の光受信器5a、5bで受信される。なお、この時、局発光はそれぞれの光受信器5a、5bに同程度のパワーが入射するように、あらかじめその偏波を調整しておく。

【0006】そして、各光受信器5a、5bに入射された光は、信号光、局発光ともに偏光分離素子の軸によって決定される同一の偏波であるので、入射光の全パワーが干渉することになる。その後、2つの光受信器5a、5bの出力を加算することにより、送信された信号光のすべてを受信することが可能となり、理論的には偏波変動による受信感度の劣化がない。

【0007】この様な原理によって、偏波ダイバーシティは高速の偏波変動に十分に対応できて、受光感度の変動が小さく、どの様に偏波が変動しても信号を見失うことがないことから、確実な信号の受信が保証される。

【0008】コヒーレント光通信には大別して、ヘテロダイン方式とホモダイン方式の2種類がある。このうち、ヘテロダインは信号光と局発光の光周波数が異なりディテクタでは中間周波の形で検波され、復調器でベースバンド信号に復調される。また、ホモダインは信号光と局発光が同一の光周波数でディテクタで検波された信号はベースバンド信号になっている。したがって、ホモダインでは局発光と信号光は位相が一致していないと、干渉しても十分な信号強度が得られない。

【0009】そして、ホモダインはヘテロダインと比較して、レーザ線幅への要求が厳しいなどの欠点もあるが、受光感度が優れ、受光時にベースバンド信号を検波することから受信器の周波数帯域幅の要求が、中間周波を使用するヘテロダインより緩いという利点がある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ホモダインで偏波ダイバーシティを行なおうとした場合、偏波変動は直交する2偏波の位相がそれぞれ変動することに対応するため、偏光分離素子から出射した信号光と局発光の位相差はカップラに入射する以前の信号光の偏波変動によって変化してしまう。このため、位相同期がかけられず、受信が困難である。

【0011】従って、従来においては、ホモダインで偏

波ダイバーシティを行なうことができないという欠点があった。

【0012】この発明はこのような従来の課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、ホモダイン受信が可能な偏波ダイバーシティ光受信器を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、ホモダイン方式にて光信号を受信する光受信器であって、信号光を偏光の直交する第1の信号光と第2の信号光とに分離する偏光分離手段と、前記第1の信号光と偏波の一致する第1の局発光を射出する手段と、前記第1の信号光と第1の局発光とが混合された信号を受信する第1の光検波手段と、該第1の光検波手段の出力の一部を使用して前記第1の局発光の位相を制御し、前記第1の光検波手段のデータ出力を最大とする手段と、前記第2の信号光と偏波の一致する第2の局発光を射出する手段と、前記第2の信号光と第2の局発光とが混合された信号を受信する第2の光検波手段と、該第2の光検波手段の出力の一部を使用して前記第2の局発光の位相を制御し、前記第2の光検波手段のデータを最大とする手段と、前記第1の光検波手段と第2の光検波手段との出力を合成する合成手段と、を有することが特徴である。

【0014】

【作用】上述の如く構成すれば、直交する偏波に分離された2つの信号光に対して、それぞれ個別に局発光の位相同期を行なうことができる。従って、ホモダイン方式で偏波ダイバーシティを行なうことができるようになる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基いて説明する。図1は、本発明が適用された光受信器の第1実施例の構成を示すブロック図である。

【0016】図示のように、この受信器は、送信された信号光1を直交する2つの偏波に分離する偏光分離素子(PBS)7と、分離された各光系統毎に設けられる光ハイブリッド8a、8b、光検出器9a、9b、PLLコントローラ10a、10b、局発光発生部11a、11b、及び、各光系統毎に得られた信号を合成する合成部12から構成されている。

【0017】光ハイブリッド8a、8bは、偏光分離素子7で分離された光信号と局発光発生部11a、11bから出力される局発光を混合して光検出器9a、9bに出力する。

【0018】光検出器9a、9bは、光ハイブリッド8a、8bで混合された信号光をホモダイン検波し、この検波信号を合成部12、及びPLLコントローラ10a、10bに出力する。

【0019】PLLコントローラ10a、10bは、光

検出器9a、9bからの検波信号を使用して、局発光発生部11a、11bから出力される局発光の位相を信号光の位相と同期させるべく制御するものである。

【0020】このように構成された受信器においては、偏光分離素子7で分離された2つの光は、各々全く独立にホモダイン検波されることになり、位相制御をかけることができるようになる。従って、ホモダイン方式において偏波ダイバーシティを行ない十分な信号強度を得ることができるようになる。

【0021】また、図1に示した光ハイブリッド8a、8b、光検出器9a、9b、及びPLLコントローラ10a、10bは位相制御系の形態に応じてその構成が異なる。例えば、その一つに図2に示す如くの位相制御系コスタスループを使用するものがある。なお、図2に示すコスタスループは、周知であるので、その説明は省略する。

【0022】また、その他にも、決定指向、パイロットキャリアなど種々の位相制御系が存在し、本発明はどのような位相制御系を用いても適用可能である。更に、局発光の位相制御は外部位相制御器を使用しても良く、また、直接変調を行なっても良い。この際、直接変調は外部変調器を使用する場合に比べて位相の無限追従性を有するという利点がある。

【0023】また、ホモダイン方式では、従来は2つの偏波を一致させるためにフィードバックループを持つ能動偏波制御を行なうことが多かったが、本実施例では、偏波ダイバーシティが使用可能となることによって、偏波制御のためのフィードバックループが不要となる。

【0024】図3は本発明の第2実施例の構成を示すブロック図であり、局発光発生部2を1つだけ使用した例である。この例では、局発光発生部において、1つの局発光をカップラ、ビームスプリッタ等で2系統に分歧し、一方を位相変調器14a、他方を位相変調器14bに供給する。そして、各位相変調器14a、14bにて独立に位相制御を行なった後、各光ハイブリッド8a、8bに供給する。これによって、局発レーザー発生部2が1つとなるので、構成を簡単化することができるようになる。

【0025】偏波ダイバーシティでは、それぞれの枝の受光部で検波された信号電圧は各々の枝に入射した信号光の振幅に比例している。したがって、それらをそのまま加算しても、その和は一定にならず信号光の偏波変動に影響されてしまう。一定にするためにはそのパワー、あるいはパワーと比例関係にある量に変換して加算しなければならない。これまで偏波ダイバーシティが良く使用されてきたヘテロダイン検波では、中間周波からベースバンド信号を復調するときに二乗検波を用いることが多く、二乗検波出力はパワーと比例関係にあってそのまま加算することができた。しかし、ホモダインではフォトダイオードの出力がそのままベースバンド信号とな

5

っており、さらに復調する必要はないが、合成出力を一定にするためには2枝の合成時に最大比合成などを使用しなければならない。最大比合成とはそれぞれの枝の信号にその振幅に比例した重み付けをしてから加算する方法である。

【0026】偏波ダイバーシティの2枝を合成する際に一方の枝の出力が雑音に埋もれる程小さいときにはその枝を切り離してしまう方法も考えられる。本発明では、一方の枝の信号が非常に小さいかあるいはその枝に信号が入ってこない場合、位相制御系が正しく動作しないか  
10 まったく動作しない可能性がある。この時、位相制御系の動作によっては局発光が大きな雑音を出してしまうことも考えられるため、どちらか一方の枝に入射する信号光のパワーが非常に小さいときはその枝の出力を切り離しておく  
と有効である。

【0027】図4は、図3に示した第2実施例の変形例を示す構成図であり、この例では、どちらか一方の系統に直接位相制御、周波数制御をかけ、他方の系統は局発  
光発生部2からの分岐出力に、外部の位相変調器14b  
を使用して位相制御をかけている。このように構成す  
れば、更に構成を簡単化することができるようになる。  
20

【0028】図5は本発明の第3実施例の構成を示すブ  
ロック図であり、光検波器のフォトダイオードの部分に  
バランス型受信器16を採用した例である。同図に示す  
光ハイブリッド8aで局発光と信号光とを混合すると、  
光の性質上干渉光の位相が180度ずれた2つの光が出  
射光として現れる（ホモダインの場合は2つの出射光で  
データの1、0が反転したものが現れる）。そして、通  
常はそのうち一方のみを受信するが、この例では、バラ  
ンス型受信器16により、両方の信号を受信することが  
30 できるので、光のパワーを有効に受信することができ、  
局発光の強度雑音を抑制することができるようになる。

【0029】また、一方の系統の信号が非常に小さいか  
あるいはその枝に信号が入ってこない場合には、位相制  
御系が正しく動作しないかまったく動作しない可能性が  
あり、この時、位相制御系の動作によっては局発光が大  
きな雑音を出してしまうことも考えられるため、信号光

6

のパワーが非常に小さいときはその枝の出力を切り離し  
ておく  
と有効である。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、  
ホモダイン受信をする場合に、信号光の偏波を直交する  
2つの偏波に分離した後、各々の偏波を独立な位相制御  
系を持つ局発光で受信することにより、偏波ダイバーシ  
ティ受信が可能となる。その結果、高速の偏波変動に対  
応が可能で、偏波変動による受信感度の変動が少ない、  
安定な受信が可能となるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用された光受信器の第1実施例の構  
成を示すブロック図である。

【図2】第1実施例の位相制御系としてコスタスループ  
を用いた際の例を示す構成図である。

【図3】本発明の第2実施例を示す構成図である。

【図4】第2実施例の変形例を示す構成図である。

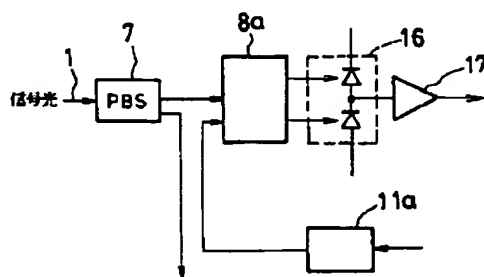
【図5】本発明の第3実施例を示す構成図である。

【図6】従来例を示す構成図である。

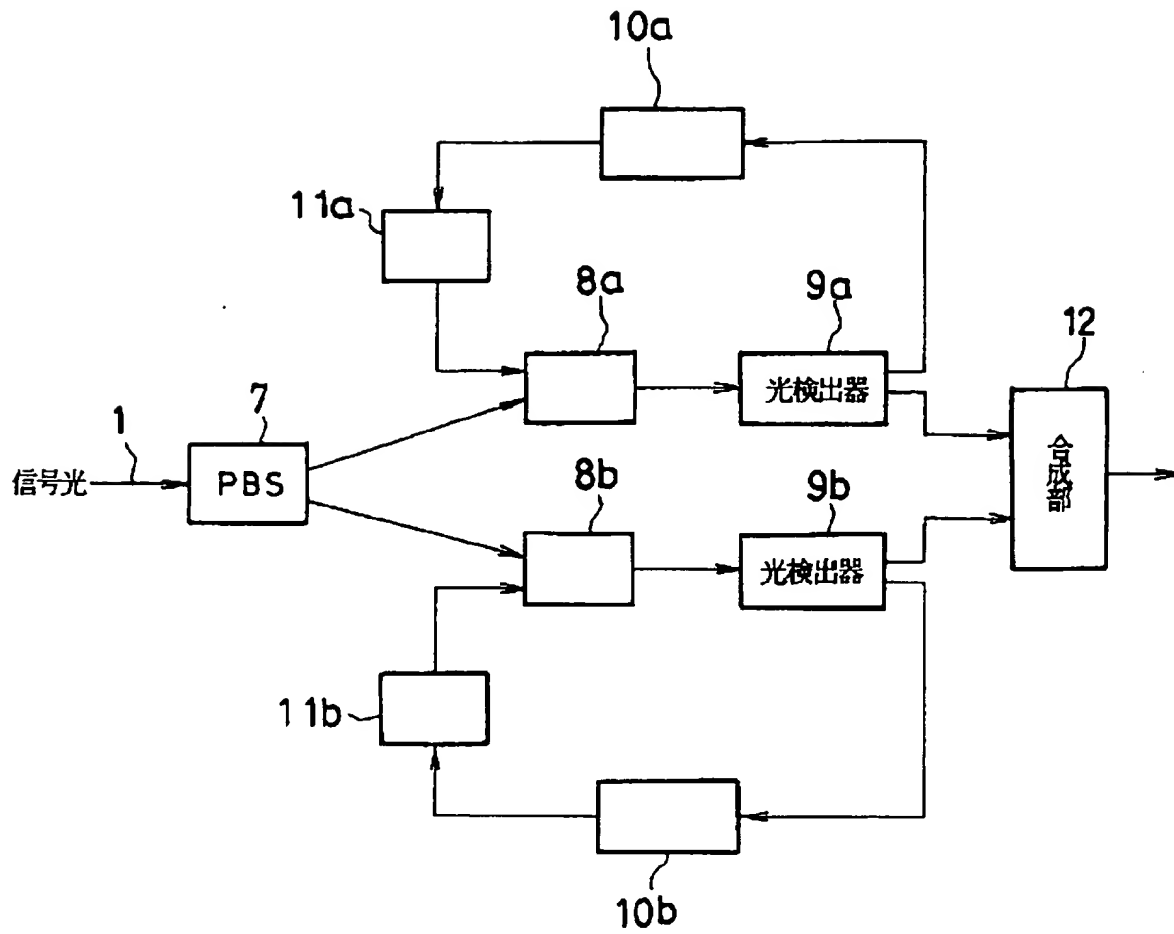
【符号の説明】

- 1 信号光
- 7 偏光分離素子
- 8a, 8b 光ハイブリッド
- 9a, 9b 光検出器
- 10a, 10b PLLコントローラ
- 11a, 11b 光レーザ発生部
- 12 合成部
- 13a, 13b PLLコントローラ
- 14a, 14b 位相変調器
- 15 周波数制御器
- 16 バランス型受信器
- 17 アンプ
- 21a, 21b 光ハイブリッド
- 22a, 22b 光検出器
- 23a, 23b 局発光発生部
- 24a, 24b ループフィルタ
- 25 合成部

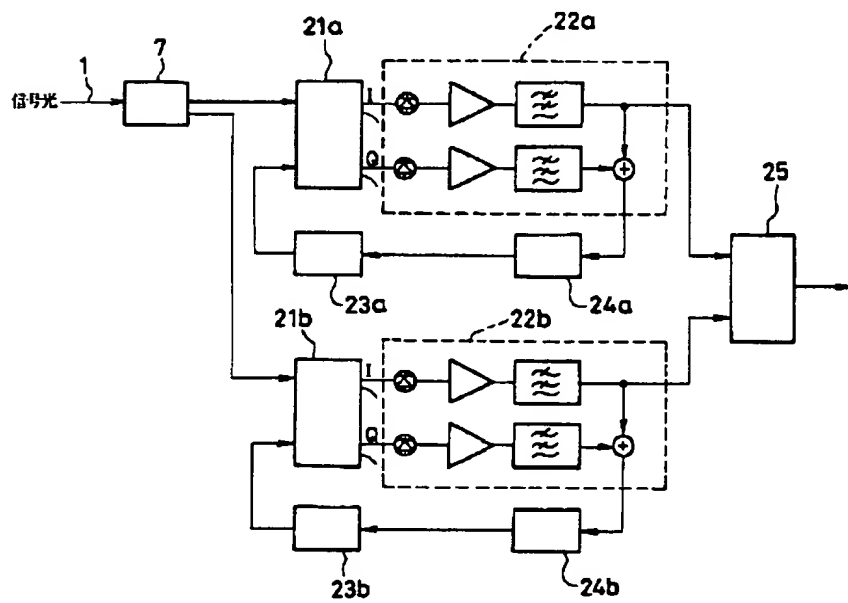
【図5】



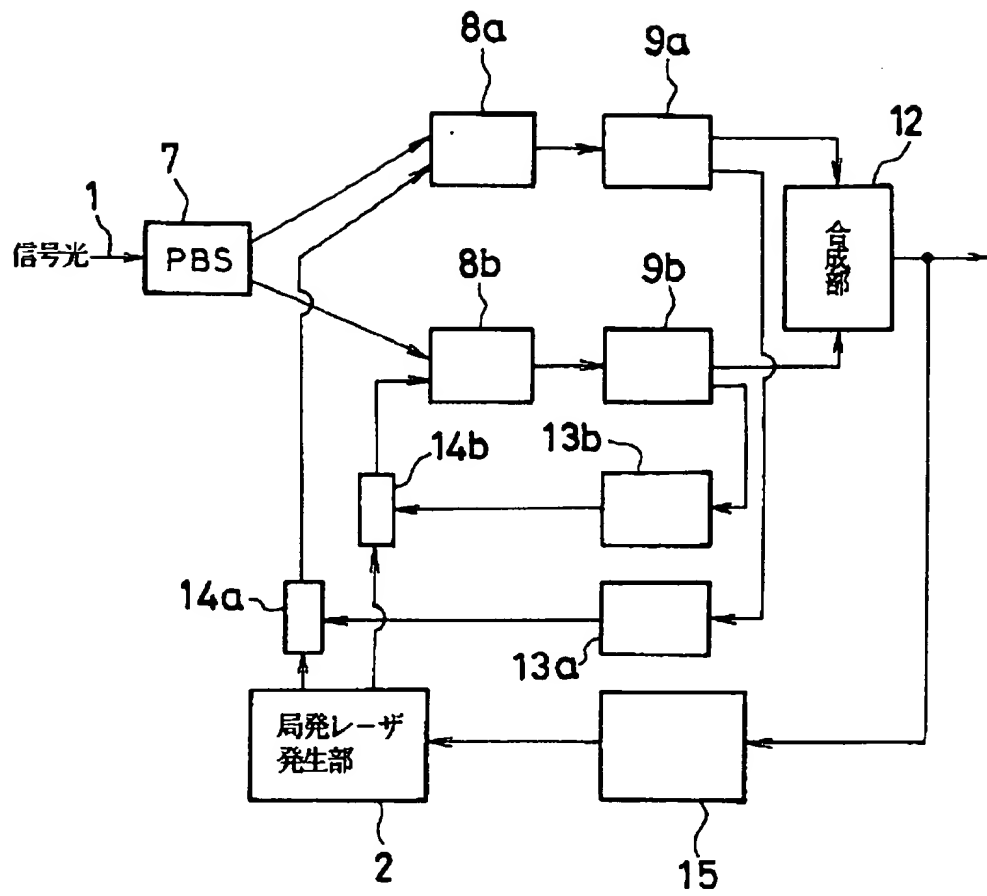
【図1】



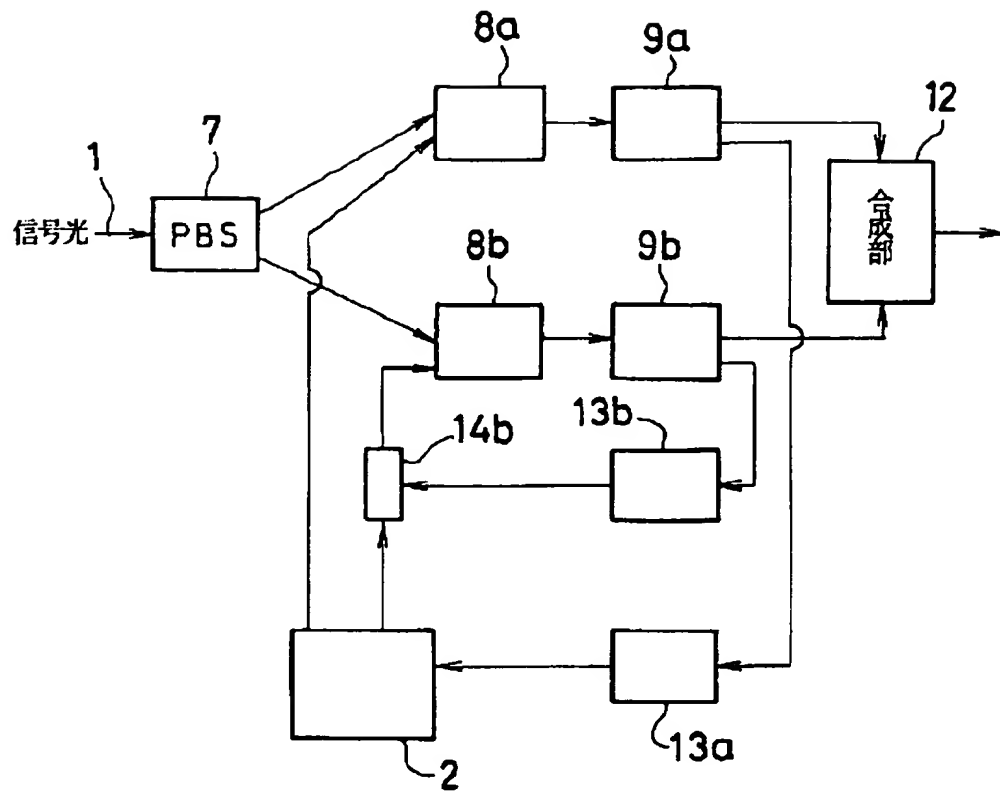
【図2】



【図3】



【図4】





【図6】

